

第4章

I/O口应用——显示与键盘



【学习指南】

通过本章的学习,了解发光二极管与单片机连接方法,理解多位数码管显示字符编码原理和动态显示原理,了解 OLED 显示工作原理,能够掌握 OLED 的编程方法;能够应用触摸屏与单片机通信,熟练掌握独立按键和矩阵键盘的使用方法。本章介绍单片机常用外设的使用方法,应用场合较多,需认真掌握,才能熟练设计外围电路,并应用到实际项目中。



4.1 发光二极管

在应用发光二极管之前,首先要知道如何判断发光二极管的正负极性。

如果是插件二极管,第一种判断方法:根据引脚的长短,长引脚是阳极,另一个是阴极;第二种判断方法:发光二极管帽子里面积小的引脚是阳极,另一个是阴极。

如果是贴片发光二极管,最简单的方法是看标识,比如很多贴片型的 LED 都会标有相应的标识,一般是绿色,例如类似于英文字母“T”,如图 4-1 所示。

其次,怎么点亮发光二极管?

发光二极管是电流驱动器件,发光强度与电流成比例变化。一般发光二极管,其压降为 $1.5 \sim 2.0 \text{ V}$,工作电流一般取 $5 \sim 20 \text{ mA}$ 为宜。采用合适的限流电阻,把发光二极管接在 5 V 电源上点亮了,为什么把电路移植到单片机的引脚上就不行了呢?

这与单片机引脚的驱动能力有关,目前大多数 51 单片机无法直接驱动发光二极管这样的负载,如果把发光二极管阴极和单片机引脚直接相连,发光二极管很难被点亮,这是因为发光二极管的工作电流是毫安级,单片机引脚输出电流只有几百微安,无法直接点亮发光二极管。

在数字电路中,拉电流和灌电流可以衡量输出电路的驱动能力。由于数字电路的输出只有高、低(0,1)两种电平值,高电平输出时,一般是对负载提供电流,其提供电流的数值叫

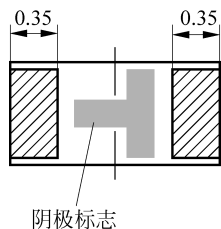


图 4-1 贴片发光二极管的示意图

“拉电流”；低电平输出时，一般是要吸收负载的电流，其吸收电流的数值叫“灌电流”。

拉电流方式输出电流很小，属于微安级；灌电流方式输出电流较大，属于毫安级。

单片机和发光二极管连接有如图 4-2 所示的几种方式。单片机引脚的拉电流供应微安级电流，而点亮发光二极管需要毫安级电流，所以，图 4-2 的 B 区域电路不能点亮发光二极管；A 区域电路采用单片机灌电流方式，能提供 10mA 左右电流，保证发光二极管点亮；C 区域电路采用三极管放大器(2N3904、9013、8050 等)对电流放大，可以轻松点亮发光二极管。

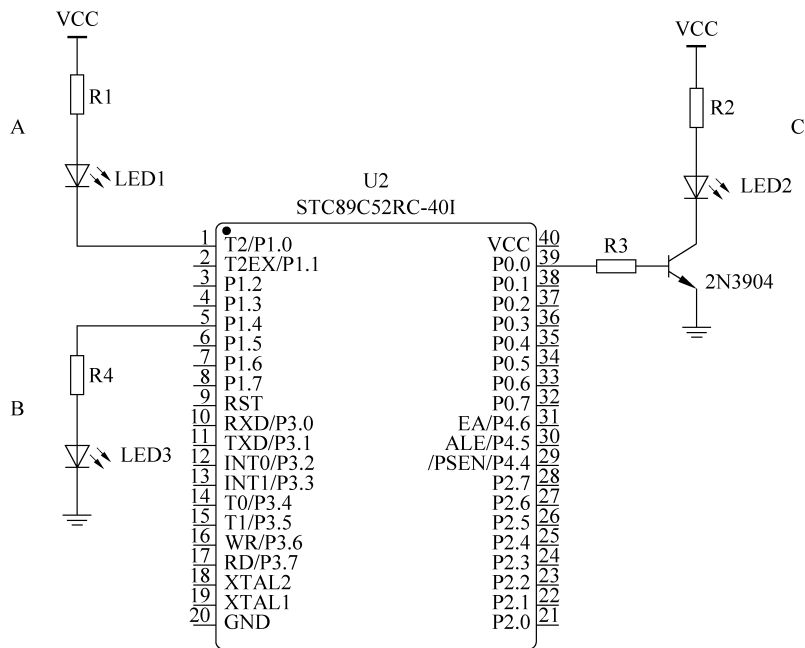


图 4-2 单片机和发光二极管的三种连接方式

提示：发光二极管是单片机基本外围电路元件，需要理解其驱动原理，并会举一反三，应用到其他场合，比如数码管的电路设计。

流水灯的电路如图 4-3 所示，根据电路编写从左到右的流水灯程序代码如下：



```
#include <reg52.h>
unsigned char i;
void delay(unsigned int cnt)
{
    while( -- cnt);
}

main()
{
    P0 = 0x00;           //关闭数码管
    while(1)
    {
        P1 = ~(0x01 << i++);    //左移一位,低电平点亮
    }
}
```

```
delay(50000);           //延时
delay(50000);           //延时
if(i == 8) i = 0;        //重新赋初值

}

}
```

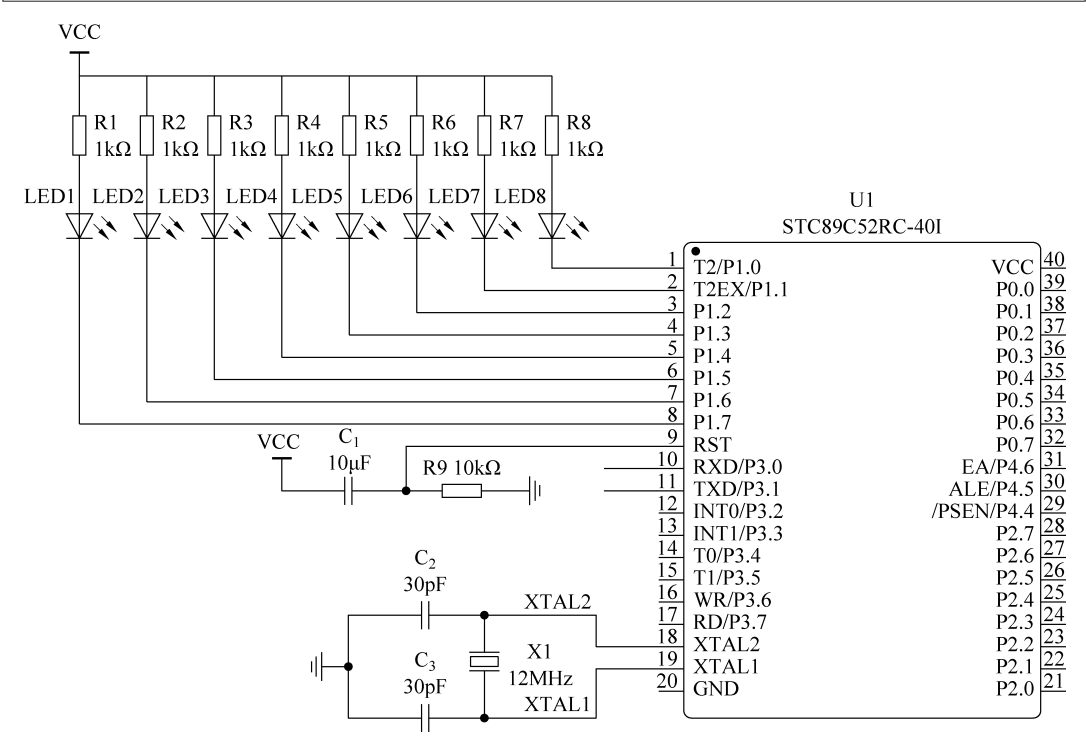


图 4-3 指示灯连接电路图

4.2 数码管应用

数码管由发光二极管组成,有单位数码管、双位数码管以及四位数码管等,还有右下角不带点数码管和“米”字形数码管。

4.2.1 单位数码管

单位数码管实物如图 4-4 所示。

数码管分为共阴极和共阳极两种,一种是将 LED 内部所有的阳极连接在一起,通过 com 引脚引出,将每个发光二极管的另一端分别引出到对应的控制引脚,为共阳极数码管,如图 4-5(a)所示;另一种是将 LED 内部所有的阴极连接在一起,并通过 com 引脚引出,将每个发光二极管的另一端分别引出到对应的控制引脚,为共阴极数码管,如图 4-5(b)所示。



图 4-4 单位数码管

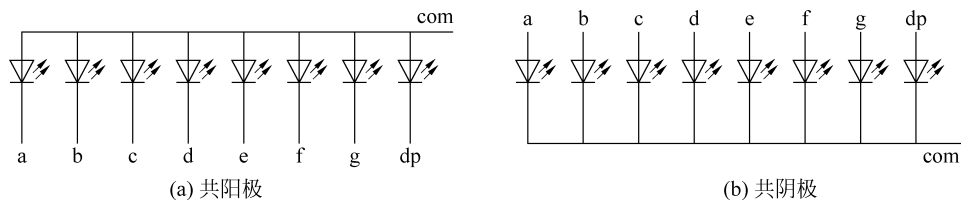


图 4-5 数码管内部结构图

表 4-1 对共阴极和共阳极显示数字“3”进行编码解析；图 4-6 为单位数码管的电路连接图,为共阴极数码管,公共端接地,P0 控制数码管的显示数据；对应共阴极数码管编码如表 4-2 所示,根据此表可以计算出数码管的显示代码。

表 4-1 数码管数字“3”的编码原理

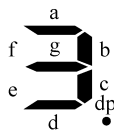
段 码	共 阴 极	共 阳 极	
段码端口	dp g f e d c b a	dp g f e d c b a	
段码值(二进制)	0 1 0 0 1 1 1 1	1 0 1 1 0 0 0 0	
段码值(十六进制)	0x4F	0xB0	

表 4-2 共阴极数码管编码

显示	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
被点亮段码	abcdef	bc	abdeg	abcdg	bcf	acdgf	acdefg	abc	abcdefg	abcdfg
映射 P0 口 高电平有效	P0.0~ P0.6	P0.1 P0.2	P0.0 P0.1 P0.3 P0.4 P0.7	P0.0 P0.1 P0.2 P0.3 P0.6	P0.5 P0.1 P0.2	P0.0 P0.5 P0.6 P0.2 P0.3	P0.0 P0.5 P0.6 P0.4 P0.2 P0.3	P0.0 P0.1 P0.2	P0.0~ P0.7	P0.0 P0.1 P0.5 P0.6 P0.2 P0.3
显示码	0x3F	0x06	0x5B	0x4F	0x66	0x6D	0x7D	0x07	0x7F	0x6F

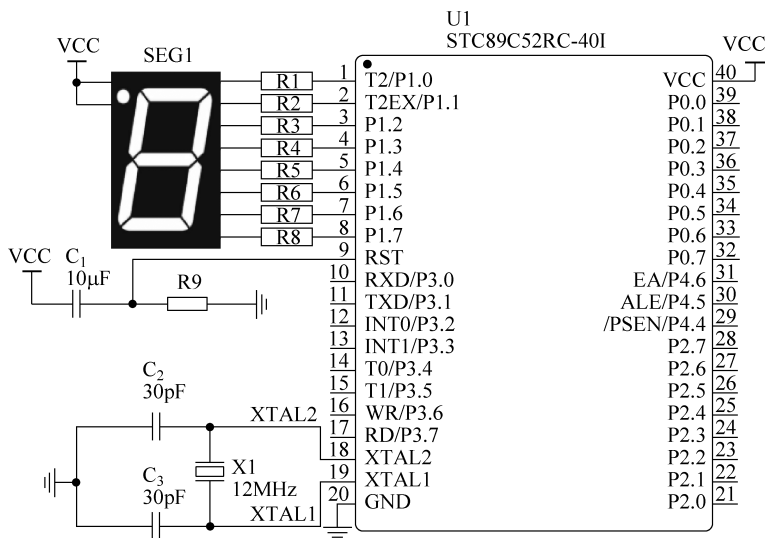


图 4-6 共阴极数码管电路图

数码管有位选和段选两个概念,位选是给公共端 com 一个有效信号,段选是给 a、b、c、d、e、f、g、dp 等端口一些有效信号。可通过控制 com 公共端控制数码管是否发光。图 4-6 所示共阴极数码管电路中,直接把公共端 com 接地,保持数码管常亮,通过 P0 口发送段码值进行显示。

单位共阳极数码管循环显示 0~9 的程序代码如下:

```
#include "reg52.h"
LED_show[] = {0x3F,0x06,0x5B,0x4F,0x66,0x6D,0x7D,0x07,0x7F,0x6F}; //0-9 的代码
unsigned char i;
main( )
{
    while(1)
    {
        P0 = LED_show[i++]; //送 0~9 对应的显示代码到数码管
        if(i>9) i = 0;      //循环显示,已经显示完一遍
        delay_ms(1000);     //延时 1s
    }
}

void delay_ms(unsigned int ms) //延时程序
{
    unsigned int a;
    while(ms)
    {
        a = 80;
        while(a--);
        ms--;
    }
}
```

4.2.2 四位一体数码管

数码管有动态显示和静态显示两种,以图 4-7 所示四位一体共阴极数码管为例。数码管内部连线如图 4-8 所示,四个数码管(DIG. 1~DIG. 4)的数据端口(1,2,3,4,5,6,7,8)是连在一起的,每个数码管的公共端(9,10,11,12)需要单独控制,公共端控制信号决定哪位数码管亮;当 DIG. 1~DIG. 4 同时导通时,四位数码管显示同样数字,属于静态显示。静态显示时,数码管在显示期间一直通电,所以亮度高。

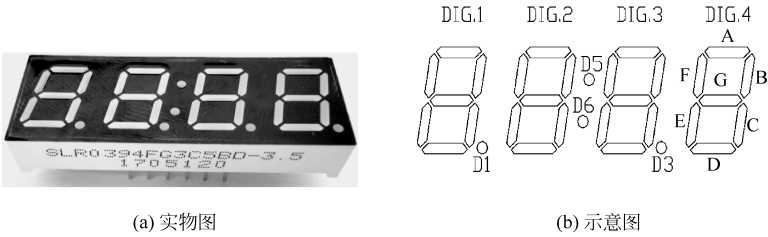


图 4-7 四位一体共阴极数码管

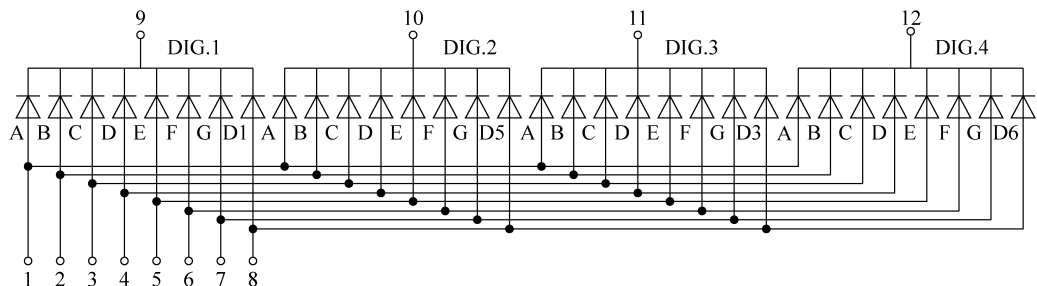


图 4-8 四位一体数码管内部线路图

下面结合图 4-9 说明动态显示数字“1234”过程。开始，DIG. 1 导通，DIG. 2~DIG. 4 截止，且 b、c 为高电平，最右边数码管显示“1”（段码：0x06）；过极短时间（10ms 左右）后，DIG. 1、DIG. 3、DIG. 4 截止，DIG. 2 导通，A、B、G、E、D 为高电平，左边数码管显示“2”（段码：0x5B）；过了极短时间后，DIG. 1、DIG. 2、DIG. 4 截止，DIG. 3 导通，A、B、C、D、G 为高电平，左边数码管显示“3”（段码：0x4F）；过了极短时间后，DIG. 1、DIG. 2、DIG. 3 截止，DIG. 4 导通，B、C、F、G 为高电平，左边数码管显示“4”（段码：0x66），继续重复上述过程。虽然在 DIG. 1~DIG. 4 断电时，数码管不亮，但人眼有视角暂留现象，此时看到的数码管都是亮的，这就是数码管动态显示。同理，八位数码管可显示“1234”“20:18”。

字符	段码	位码	显示状态（微观）	位选通时序
1	0x06	0x07	1	T1
2	0x5B	0x06	2	T2
3	0x4F	0x05	3	T3
4	0x66	0x04	4	T4
2	0x5B	0x03	2	T5
0'	0xBF	0x02	0'	T6
1	0x06	0x01	1	T7
8.	0xFF	0x00	8.	T8

(a) 动态显示过程

1	2	3	4	2	0:	1	8
---	---	---	---	---	----	---	---

(b) 人眼实际效果

图 4-9 数码管动态显示和人眼看见效果

提示：充分理解数码管的动态扫描原理，才能编写出符合要求的显示程序，建议好好消化相关知识。

对于数码管段选，不能直接连单片机端口，需加限流电阻（选型原理与发光二极管相同），否则容易烧毁数码管。限流电阻为 220Ω 左右；若阻值太大，数码管亮度变暗，或者看不清；若阻值太小，数码管通电电流过大会减少数码管寿命，甚至烧毁数码管。

提高篇

设计一个由四位一体数码管组成的电路，显示“1234”和“20:18”两组数据，硬件电路如图 4-10 所示。

